base de datos; se pueden requerir datos derivados. Estas bases de datos derivadas son a menudo resultado del efecto de un modelo. Un modelo está estructurado como un conjunto de reglas y procedimientos para derivar nueva información que puede ser analizada por una herramienta como un SIG, para ayudar en la resolución de problemas y planificación.

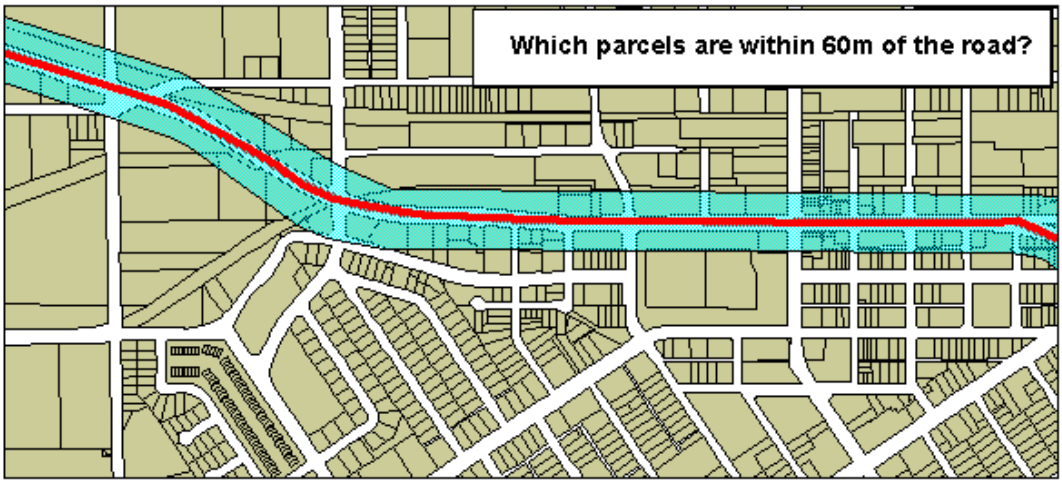
Las herramientas analíticas de un SIG se emplean para construir modelos espaciales. Los modelos pueden incluir una combinación de expresiones lógicas, procedimientos matemáticos y criterios que son aplicados con el fin de estimular un proceso, predecir un efecto o caracterizar un fenómeno. Realizar los modelos requiere de las herramientas disponibles en un SIG, de una habilidad para la selección uso de las herramientas correctas y de un íntimo conocimiento de los datos usados. Por esta razón, un SIG entrega un amplio número de herramientas para realizar análisis en la base de datos espacial.

Cuando desea realizar una pregunta o revisar un tema en relación a un fenómeno espacial, el usuario puede usar un SIG para crear un modelo que efectúe los procedimientos analíticos para derivar nueva información y para examinar los resultados del modelo. Este proceso denominado **análisis espacial** es útil para la evaluación de conveniencia y capacidad, estimación y predicción e interpretación y comprensión. En un SIG hay numerosos tipos de análisis espacial, incluyendo análisis de contigüidad, análisis de proximidad, operaciones de deslindes, análisis de superficie, análisis de red y análisis basados en el elemento mínimo. Estas distintas formas de análisis abarcan operaciones relacionales y espaciales conjuntas como también operaciones lógicas.

ANÁLISIS DE PROXIMIDAD

¿ Cuántas casas se encuentra localizadas a menos de 100 mts de un curso de agua ?
¿ Cuál es el número total de clientes dentro de un radio de 10 km. de una de determinada tienda ?
¿ Qué proporción de alfalfa se encuentra dentro de 500 m del silo ?

Para responder a estas preguntas, la tecnología SIG utiliza un proceso denominado corredores (*buffering*) para determinar las relaciones de proximidad entre los elementos (Véase la figura siguiente).



ENLACE DE ELEMENTOS Y ATRIBUTOS

Como dijimos anteriormente, el poder de un SIG está en el enlace entre los datos gráficos (espaciales) y los datos tabulares (descriptivos). Existen tres características notables en esta conexión:

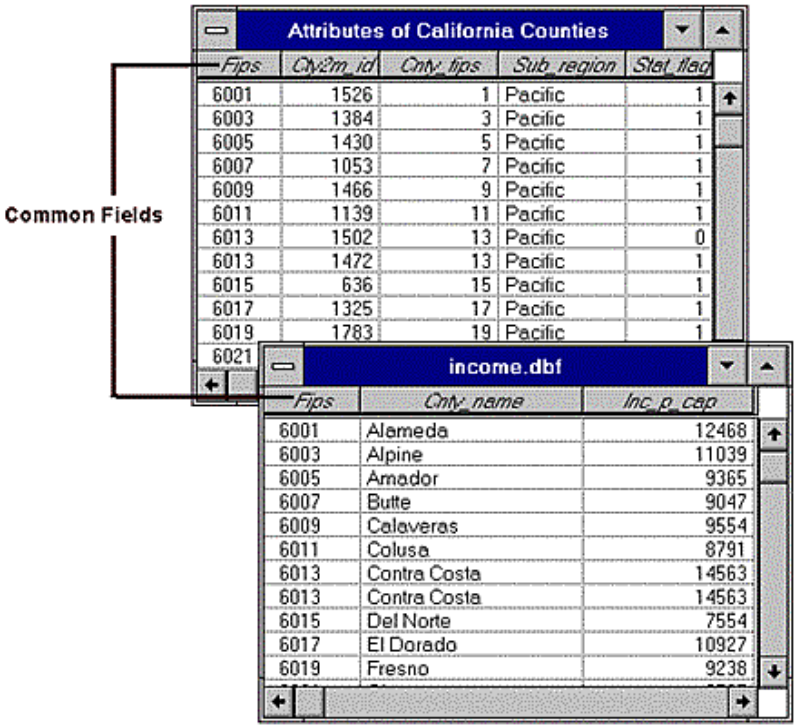
- Se mantiene una relación uno a uno entre los elementos del mapa y los registros en la tabla de atributos de elementos.

- El enlace entre el elemento y el registro se mantiene a través de un identificador único asignado a cada elemento.

- El identificador único es almacenado físicamente en dos lugares: en los archivos que contienen los pares ordenados (x,y) y en el registro correspondiente en la tabla de atributos de los elementos. Un SIG crea y mantiene esta conexión automáticamente.

Operaciones relacionales conjuntas

El concepto descrito anteriormente puede ser aplicado a otras funciones aparte de mantener al día los elementos y a sus atributos. Cualquiera de las dos tablas puede ser conectada si comparten un atributo en común. Un "relacionador" ocupa un ítem común para establecer conexiones temporales entre los registros correspondientes de dos tablas. En una relación, cada registro en una tabla está conectado a un registro en otra tabla que comparte el mismo valor para un ítem en común. Una relación tiene el efecto de hacer "más amplia" una tabla de atributos agregándole temporalmente atributos que no están realmente almacenados en la tabla de atributos, un ejemplo de esto se ve en la figura siguiente.

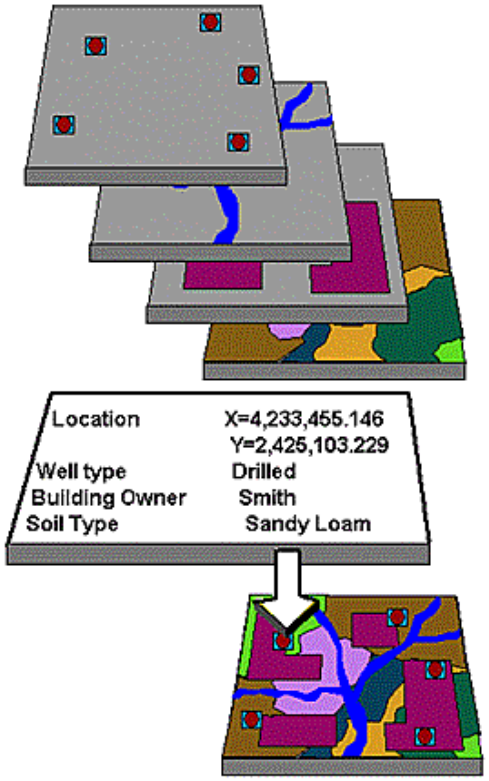


Puesto que una relación conecta temporalmente dos tablas de atributos empleando su ítem en común.

En un SIG, una base de datos que contiene atributos descriptivos puede unirse a una tabla de atributos de elementos. Si se emplea una relación, el archivo de datos tabulares relacionados puede ser mantenido y actualizado en forma separada. Por ejemplo, los registros en archivos de impuestos pueden ser llevados a un mapa de parcelas que contienen números únicos para cada parcela. Para coberturas de las calles, datos de censo acerca de terrenos, pueden ser relacionados con polígonos empleando los números de terrenos contenidos en ambos.

Operaciones espaciales conjuntas

Las relaciones y uniones son operaciones fundamentales de un SIG, conceptualmente simples, aunque frecuentemente utilizadas. Por ejemplo, cuando se realiza una superposición espacial, cada nuevo elemento de salida tiene atributos de los dos conjuntos de elementos de ingreso usados para crearla. En esencia, la superposición de polígonos es una unión espacial. En este caso, los registros son pareados basándose en la ubicación de sus elementos geográficos asociados, en lugar de usar un ítem común de dos tablas.



En la figura anterior, se combina una cobertura de centros poblados con la red hidrográfica, uso del suelo, y relieve. Al sobreponer todas estas coberturas se combina la información espacial así como de atributos de cada una para obtener una cobertura combinada.

Las posibilidades de un SIG se basan en su capacidad para llevar a cabo las muchas formas de análisis espacial necesaria para resolver un amplio rango de preguntas que la gente pueda tener. Un SIG puede hacer todas estas operaciones puesto que utiliza la geografía o espacio como la clave común entre los conjuntos de datos. La información está relacionada sólo si se refiere a la misma área geográfica.

El antiguo dicho “mejor información lleva a mejores decisiones” se confirma verdadero con un SIG, así como con otros sistemas de información. Sin embargo, un SIG no es un sistema automatizado de toma de decisiones, por el contrario, es una herramienta para analizar, preguntar y desplegar información geográfica que sirven de apoyo a la toma de decisiones. La tecnología SIG es utilizada para crear escenarios que ayuden a tomar la mejor decisión en torno a un problema.

Finalmente es importante mencionar que la tecnología SIG ya está al alcance de todos dado los avances en el desarrollo de los microcomputadores. Hoy en día, es posible trabajar con

complejas y sofisticadas operaciones espaciales que permiten mantener un SIG en el escritorio de su casa.

PREGUNTAS QUE UN SIG PUEDE RESPONDER

Algunas de las preguntas acerca de ubicación que usted tenga pueden ser respondidas fácilmente empleando un programa SIG simple para ser operado en un computador personal de tipo ArcView© (o MapInfo© o IDRISI©, GISMAP©, etc.) con los datos existentes.

Aquí hay algunas de las preguntas típicas que un SIG puede ayudar a responder.

Localización: ¿ Qué existe en ...?

La primera de estas preguntas persigue el descubrir lo que existe en una ubicación en particular. Una ubicación puede ser descrita de muchas formas usando, por ejemplo, nombre del lugar, código postal o referencias geográficas tales como latitud y longitud.

Condición: ¿ Dónde está ?

La segunda pregunta es la opuesta a la anterior y requiere de un análisis espacial para ser respondida. En lugar de identificar lo que existe en una ubicación dada, usted quiere encontrar un lugar donde ciertas condiciones son satisfechas (por ejemplo, una sección no forestada de tierra de al menos 2.000 metros cuadrados de tamaño, a 100 metros de un camino y con suelos apropiados para soportar edificios).

Tendencias: ¿ Qué ha cambiado desde ...?

La tercera pregunta puede incluir a las dos primeras y busca encontrar las diferencias dentro de un área en un tiempo determinado.

Patrones: ¿ Qué patrones espaciales existen ?

Esta pregunta es más complicada. Usted podría hacer esta pregunta para determinar si el cáncer es la mayor causa de muerte entre los residentes cerca de una central nuclear. Tan importante como esto, usted podría querer saber cuántas anomalías hay que no se ajustan al patrón y dónde se ubican.

Crear modelos: ¿ Qué pasaría si ...?

Las preguntas “qué pasaría si...? son planteadas para determinar qué pasa, por ejemplo, si se agregara un nuevo camino a la red vial o si una sustancia tóxica se introduce en la red de abastecimiento subterráneo de agua. La respuesta de este tipo de preguntas requiere de información geográfica específica y de otras (y posiblemente de leyes científicas).

Las preguntas incluidas en la creación de modelos requiere la generación de datos adicionales (utilizando un SIG completo como ARC/INFO) , basados en los datos geográficos existentes. Aquí están algunas de las técnicas típicas que producen estos resultados.

Proximidad: ¿ Cuáles son las características del área alrededor de los elementos existentes?

Resume los tipos de vegetación a ser limpiados dentro de 100 metros de un corta fuego para línea de alta tensión; informar a las brigadas de incendios sobre el curso de agua más cercano al momento de combatir un incendio forestal; notificar a los propietarios de los pozos de agua dentro de tres millas de un sitio de desechos tóxicos acerca de una potencial contaminación, basado en la distancia de cada sitio de desechos tóxicos; advertir a todos los propietarios dentro de 500 mts de un cambio de sitio propuesto. Todos estos escenarios son problemas que pueden ser resueltos con la herramienta de análisis de proximidad: generación de áreas de memoria intermedia o cálculos de distancia "intra característica".

Operaciones de límite: ¿ Qué existe dentro de una región específica ?

Examine un problema, pruebe una hipótesis y determine cursos de acción alternativos para las áreas prototipos para aplicar un modelo a un área completa de interés; algunas veces usted deseará crear datos para áreas específicas de estudio. Las herramientas de operaciones de límite pueden cortar o separar áreas específicas o bien extraer elementos de un límite en particular.

Operaciones lógicas: ¿ Qué es único para una región o conjunto de elementos ?

Examinar los suelos que tienen una alcalinidad particular, estudiar los caminos que fueron construidos con un tipo específico de pavimento, considerar pozos más profundos que la profundidad de diseño. Algunas preguntas acerca de elementos espaciales son respondidas en base a sus atributos tabulares más que a su ubicación. Las operaciones lógicas pueden ser empleadas para extraer o introducir elementos en una base de datos existente.

Unión espacial: ¿ Dónde se encuentra algo ?

Establecer discrepancias de división zonal, establecer requerimientos para el hábitat de la vida salvaje, determinar qué partes de una servidumbre de caminos cae dentro de los terrenos cuya propiedad ha sido disputada. Muchas preguntas pueden determinarse llevando a cabo operaciones de unión espacial, denominadas comúnmente "superposición de polígonos". Las operaciones de uniones espaciales proveen nuevos elementos para los atributos existentes.

NOTAS SOBRE COMO MANEJAR ARCVIEW©

Una base de datos espacial puede contener información acerca de fenómenos naturales, características artificiales, límites, propiedades, etc. ArcView es un programa utilitario que crea un ambiente en torno a la pantalla y que consulta los contenidos de una base de datos espacial. ArcView permite explorar la base de datos, mostrar todos o parte de sus contenidos, preguntar, desplegar o grabar los resultados y pasar información a gráficos u otras aplicaciones.

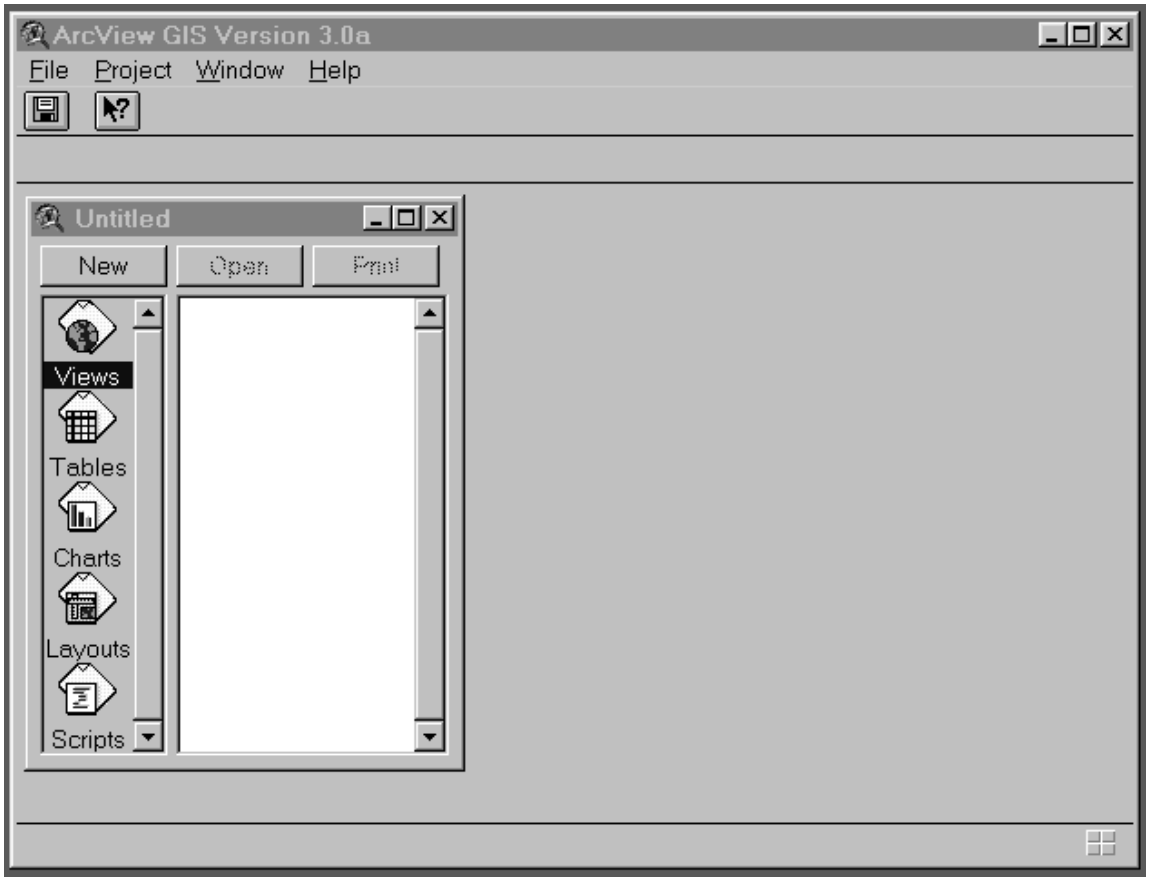
LA INTERFAZ DE ARCVIEW

La Interfaz de Arcview se compone de ventanas, menús, barra de herramientas y barra de estado. ArcView fue diseñado siguiendo la convención de todos los programas que corren bajo Windows, es decir, funciona en base a menús que se activan seleccionando la opción o haciendo "clic" en el icono correspondiente. Además, es muy intuitivo y amistoso en cuanto a la secuencia de sus operaciones.

La ventana de aplicaciones de Arcview es la ventana principal en la cual Arcview corre. Sirve de marco para ejecutar todas las operaciones dentro de Arcview. Esta ventana se puede redimensionar, minimizar y, maximizar con el cursor.

Primero, para cargar y desplegar una cobertura es necesario crear un proyecto en ArcView, ya que toda sesión de trabajo es guardada en proyectos (archivos con extensión .apr). Un proyecto contiene todas las vistas, tablas, gráficos, composiciones cartográficas y macros que usted utiliza para una determinada aplicación. De esta manera su trabajo es guardado en un solo lugar.

La ventana de proyectos organiza y lista los contenidos del proyecto activo sobre el cual se está trabajando y facilita la administración y control del trabajo. Un nuevo proyecto se rotula "untitled" hasta que no se le asigne un nuevo nombre como muestra la figura de abajo.

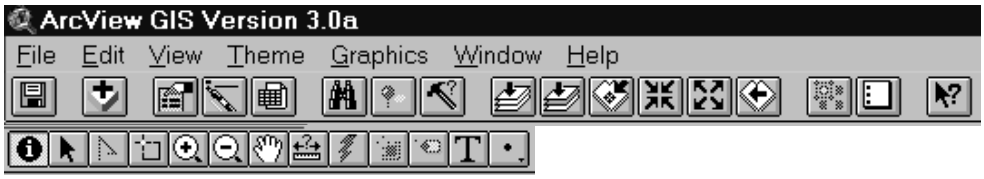


La barra de herramientas se encuentra justo debajo de la barra de menú. Los botones (representados por iconos) sirven para activar una determinada función de forma inmediata sin tener que acceder a ella a través de una opción bajo un menú. Al pasar el cursor sobre cada icono de la barra de herramientas aparece una descripción indicando que función desempeña cada uno en la barra inferior de la pantalla. Al comenzar una sesión de ArcView, la ventana principal de aplicaciones, contiene solo dos botones, uno para guardar un proyecto y el otro para acceder a la ayuda en línea.

A medida que se trabaja con las distintas ventanas u objetos de ArcView, por ejemplo, una vista, una tabla de atributos, los gráficos, etc., la barra de herramientas cambia según la ventana activa y se despliegan en la parte superior las correspondientes barras de herramientas con los diferentes iconos representando las funciones propias de cada ventana.

En la siguiente figura se muestra un ejemplo de varios botones agrupados. Cada conjunto de botones o iconos permite activar diferentes funciones. Por ejemplo, la

barra de herramienta localizada en la segunda fila bajo el menú principal corresponde a las operaciones que Ud. puede efectuar sobre el mapa desplegado en una vista, i.e., pedir información sobre un elemento en el mapa, seleccionar un elemento, editar vértices, seleccionar un conjunto de elementos, zoom in, zoom out, pan, mediciones, etc .

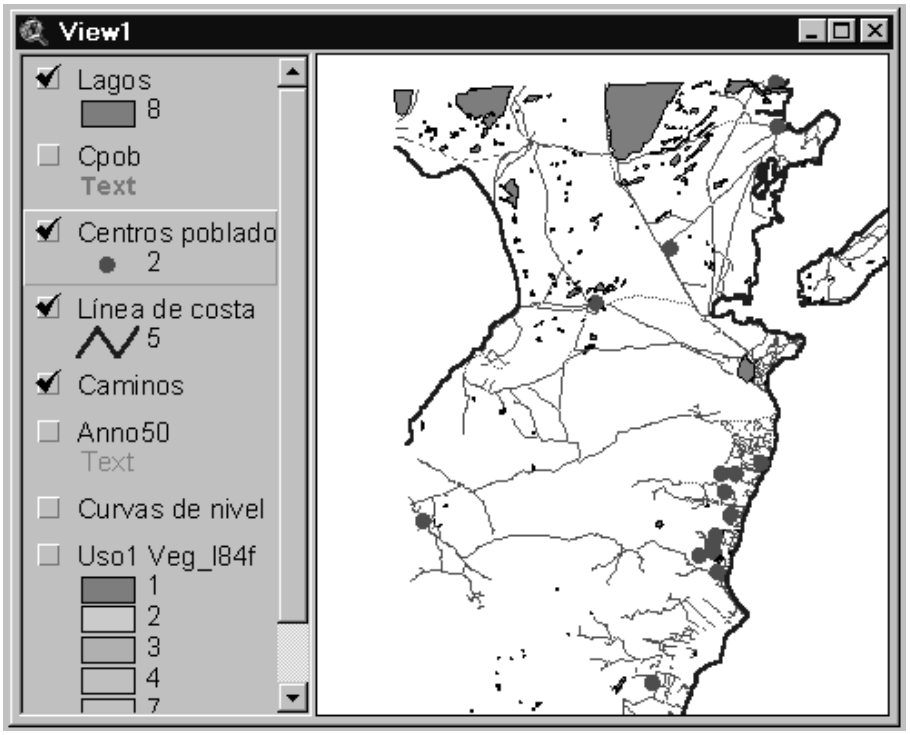


TIPOS DE DOCUMENTOS EN ARCVIEW

Los cuadros, tablas, diagramas, esquemas, y macros que se manejan en Arcview son llamados documentos. Cada tipo de documento es descrito brevemente abajo.

Vistas

Una vista (view) es un mapa interactivo que despliega, explora, pregunta y analiza datos geográficos. Una vista define como desplegar los datos geográficos que usted utiliza, pero no contiene en sí la información geográfica.

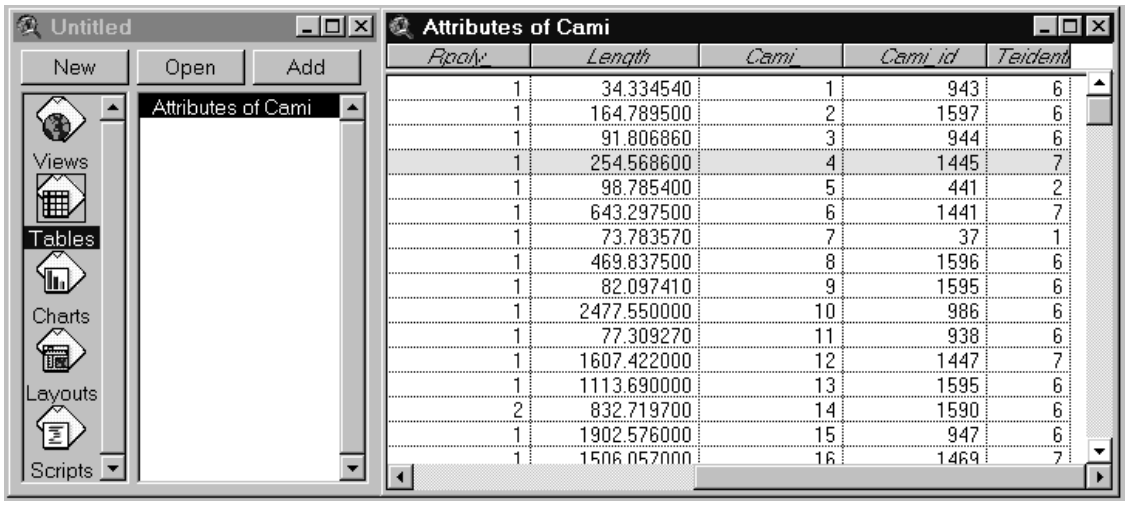


Una vista puede ser considerada como una colección de temas. Un tema es una colección de fenómenos geográficos que uno define. Observe en la figura de arriba, la vista titulada "View 1" correspondiente al sector de Punta Arenas, XII Región de Magallanes.

La vista tiene una tabla de contenidos (o leyenda) que lista los temas en revisión. De la misma forma en que uno lee un índice de un libro para determinar sus contenidos, se puede mirar la tabla de contenidos de la vista para determinar sus componentes. Observe en la figura de arriba, que la ventana despliega y lista los contenidos de la vista.

Tabla de Atributos

Una tabla almacena datos tabulares. Usted puede desplegar, preguntar, y también analizar casi cualquier clase de datos tabulares, tales como atributos de aspectos geográficos, tipos de suelos, condiciones de caminos, trazos etc.



Rpoly_	Length	Cami_	Cami_id	Teident
1	34.334540	1	943	6
1	164.789500	2	1597	6
1	91.806860	3	944	6
1	254.568600	4	1445	7
1	98.785400	5	441	2
1	643.297500	6	1441	7
1	73.783570	7	37	1
1	469.837500	8	1596	6
1	82.097410	9	1595	6
1	2477.550000	10	986	6
1	77.309270	11	938	6
1	1607.422000	12	1447	7
1	1113.690000	13	1595	6
2	832.719700	14	1590	6
1	1902.576000	15	947	6
1	1506.057000	16	1469	7

Gráficos

Los gráficos le permiten al usuario representar información numérica en forma gráfica. Un gráfico permite analizar el comportamiento de una variable con respecto a otra de forma visual. ArcView presenta varias opciones para la creación de gráficos que pueden acompañar el despliegue de atributos en un mapa.

Composiciones Cartográficas

Las composiciones cartográficas le permiten al usuario localizar todos los tipos de documentos en una única ventana produciendo un mapa final. Vistas, tablas, y mapas pueden ser referenciados dentro de una composición cartográfica (en lugar de copiarlos directamente), de este modo las actualizaciones o cambios en cada elemento son reflejados automáticamente en la composición. Ud. puede agregar a la composición cartográfica elementos tales como títulos, leyendas, escala de barras, textos, flecha de Norte, etc.

Macros

Una macro es un conjunto de comandos escritos en el lenguaje llamado “Avenue” que permiten realizar operaciones y funciones de manejo de la base de datos en ArcView de forma transparente para usted. A través de este lenguaje de programación usted puede diseñar su propia interfaz de acceso a ArcView.

Todos estos tipos de documentos son administrados a través de la ventana de control de un proyecto. Cada tipo de documento es representado por un icono el cual al ser seleccionado despliega una lista con los documentos correspondientes a ese tipo y que existen en el proyecto.

REPRESENTACION DE ELEMENTOS EN EL MAPA

Los fenómenos geográficos están representados en la base de datos por elementos geométricos como polígonos (polygons), líneas (lines) o puntos (points).

Los fenómenos geográficos son denominados clases de elementos:

- Los polígonos, por ejemplo, pueden representar parcelas cuyo valor de tasación está dentro de cierto rango, o rodales de bosque con especies particulares.
- Las líneas, por ejemplo, pueden representar caminos pavimentados, sendas o cañerías de alcantarillado de un diámetro especifico.
- Los puntos, por ejemplo, pueden representar la ubicación de almacenes, clientes, pozos o sitios significativos.

UNA COBERTURA ARC/INFO©

Una cobertura es una versión digital de un mapa. Es el objeto básico que almacena los datos geográficos (elementos geográficos y sus atributos) en ARC/INFO©. Una cobertura puede contener una o más clases de elementos geográficos. Por ejemplo, una cobertura que contiene elementos de áreas o polígonos también contiene puntos rotulados que identifican cada polígono. Adicionalmente, una cobertura que contiene polígonos que representan parcelas de tierra pueden a su vez contener elementos lineales (arcos) que guardan información sobre los límites entre las parcelas. Cuando agregamos coberturas ARC/INFO© a una vista, se puede elegir cual clase de elemento se desea utilizar.

PROYECTOS EN ARCVIEW

Un proyecto es un espacio de trabajo (con extensión .apr) que Arcview crea para que usted pueda organizar su trabajo y documentos en un solo lugar (o archivo). El proyecto hace fácil mantener y administrar cualquier combinación de componentes de ArcView relacionados entre sí; vistas, tablas, mapas, composiciones cartográficas, y macros, se trabajan y guardan simultáneamente en un sólo archivo.

Cuando Ud. crea un proyecto en Arcview , crea un archivo que contiene las vistas, tablas, mapas, esquemas, y documentos, que estructuran el proyecto.

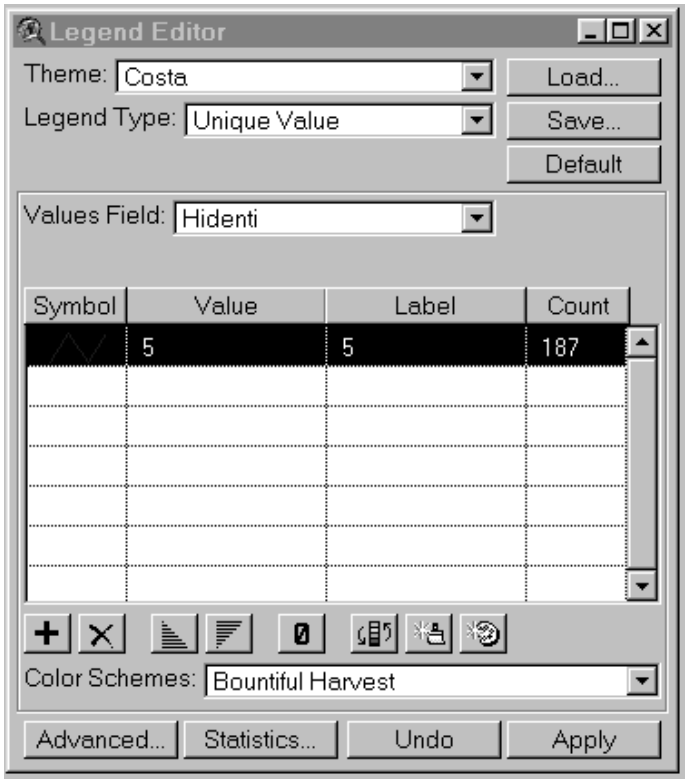
TEMAS EN UNA VISTA

Arcview utiliza datos geográficos provenientes de una variedad de bases para desplegar en una vista, una determinada característica geográfica o tema. Por ejemplo, bases de datos espaciales incluyendo coberturas ARC/INFO, archivos configurados de Arcview y datos de imágenes satelitales. Arcview apoya también bases de datos tabulares (alfanuméricos) que contienen información geográfica, tal como direcciones de calles o coordenadas X,Y.

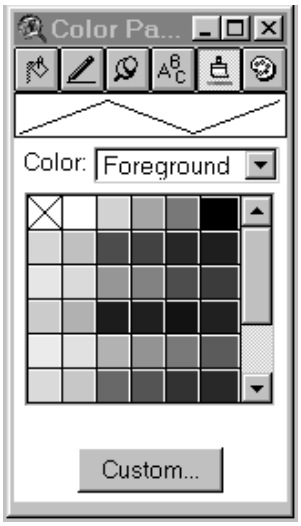
La definición del tema puede simplemente ser una solicitud para desplegar la base de datos completa a la que el tema se refiere, o puede ser un conjunto de criterios que se aplican a la base, identificando qué parte de los datos se quiere desplegar. Una base de datos es una cobertura ARC/INFO o un archivo de imagen ya sea satelital o proveniente de un escaner.

A los temas se les puede dar cualquier nombre. Un tema puede ser nombrado según la base a la que se refiere; por ejemplo, USOACT (uso actual de la tierra), P3716 o COV143. Por otra parte, un tema puede ser nombrado según el criterio que satisface; por ejemplo, “Areas apropiadas para el desarrollo”, “Código de suelo = 5”, o “Resultados del modelo 2”.

Cada tema representa un conjunto de elementos geográficos que tienen una determinada característica o atributo. Esta característica o atributo se refleja cartográficamente a través de una determinada simbología la cual se expresa en una leyenda (legend). La leyenda controla cómo son dibujados los elementos en un tema. La leyenda consiste en símbolos (symbols). Estos símbolos pueden ser patrones que llenan un área, tipos de líneas que trazan una fisonomía lineal, o marcas que indican una ubicación específica de un punto (ver figura siguiente) .



Los símbolos pueden ser dibujados en una gran variedad de colores. Un tema puede ser desplegado empleando el mismo símbolo y diferente color o viceversa; por ejemplo, todos los caminos pueden ser dibujados con una ancha línea roja o los centros comerciales pueden ser representados por una bandera amarilla. Para ello Arcview provee de una paleta de colores como muestra la figura siguiente.



Puesto que un tema se deriva de una base de datos geográfica, los temas generalmente tienen elementos geográficos asociados a una tabla de atributos. Todos los elementos de un tema pueden ser dibujados basados en un valor de

atributo particular; por ejemplo, cada cañería de agua potable puede ser dibujada en un color distinto o con diferente grosor, basado en el diámetro de ella, siendo el diámetro un atributo de los elementos lineales que representan cañerías.

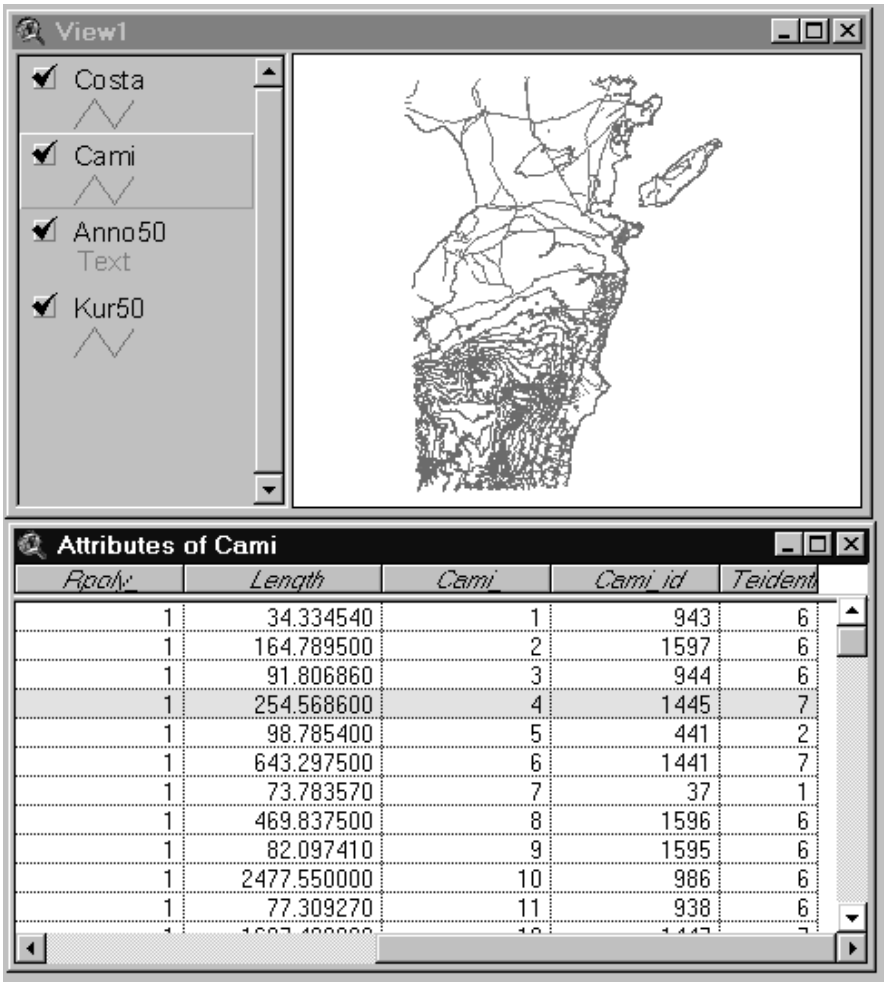
Los elementos pueden ser clasificados y luego simbolizados de acuerdo al esquema de clasificación, o cada valor único para un atributo puede ser dibujado; por ejemplo, cada tipo de suelo puede ser sombreado basado en una ordenación por alcalinidad; cada región puede ser coloreada basado en los valores netos de la migración; o cada parcela puede ser sombreada en un patrón o color únicos, basados en la parcelación existente.

A medida que usted aprenda el uso de ArcView, podrá controlar qué temas son visibles manipulando la tabla de contenidos. Se pueden desplegar todos o sólo algunos de los temas de una pantalla. Se puede incluso controlar el orden en que los temas son desplegados. Cada tema apunta a una cobertura almacenada en una base de datos en algún lugar de su sistema. Los datos pueden estar en una unidad de disco local o en un disco en la red. Muchos temas pueden ser derivados de la misma cobertura, sin embargo, un tema individual puede referirse sólo a un atributo de esta cobertura.

Un tema puede contener solo una clase de elemento (polígono, línea, punto , o texto), aunque puede derivarse de una cobertura que tiene más de un tipo de elemento; por ejemplo, una cobertura formada por las manzanas censales (polígonos) y las caras de cada manzana (líneas) tiene topología para los polígonos y para los elementos lineales, sin embargo, el tema basado en ésta característica puede desplegar sólo una de ellas. Puede crearse otro tema para desplegar los atributos de la otra clase de elemento.

TABLA DE ATRIBUTOS

Las bases de datos espaciales, como por ejemplo las coberturas de ARC/INFO©, tienen asociadas a los elementos geográficos una tabla de atributos que contiene la información descriptiva sobre los elementos a los cuales se asocia. Cuando se tiene un tema desplegado en una vista, inmediatamente se tiene asociada una tabla de atributos a los elementos desplegados (polígono, línea, punto , o texto).



Si usted tiene información numérica en un archivo externo ya sea en formato dBase, INFO, o archivo ASCII (delimitado por coma o tab), que se relaciona con los elementos desplegados en su vista, es posible agregarla a su proyecto ArcView como cualquier otra tabla. Generalmente, estos archivos contienen información adicional sobre los elementos desplegados en una vista. También es posible crear un tabla dentro de ArcView para ingresar información de forma interactiva.

Hasta aquí hemos presentado algunos conceptos básicos de operación y manejo de documentos en ArcView. Para una explicación más detallada sobre las funciones y operaciones del programa refiérase al Manual del Usuario de ArcView 3.0.

EL PAPEL DE ARCVIEW EN EL ANÁLISIS ESPACIAL

Como ya se mencionó, anteriormente, ArcView© es una herramienta de despliegue y consulta que puede desempeñar muchas tareas incluidas en el análisis espacial de bases de datos geográficas (provenientes de ARC/INFO©). ArcView puede ser utilizado con más de una cobertura o base de datos. Puesto que el despliegue y consultas son fundamentales para la interpretación de los resultados de análisis espaciales, ArcView complementa el análisis espacial realizado en ARC/INFO©, al permitir una investigación de los resultados y de nuevas relaciones espaciales derivadas de procedimientos analíticos y modelos previamente realizados con ARC/INFO©.